

## BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

16/11  
12/2

DE 00/1322

4



REC'D 12 SEP 2000

WIPO

PCT

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:** 199 21 299.6

**Anmeldetag:** 07. Mai 1999

**Anmelder/Inhaber:** ROBERT BOSCH GMBH,  
Stuttgart/DE

**Bezeichnung:** Verfahren und Vorrichtung zur Steuerung einer  
Brennkraftmaschine mit einem Abgasnachbe-  
handlungssystem

**IPC:** F 01 N, F 02 D

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-  
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 31. August 2000  
**Deutsches Patent- und Markenamt**

**Def Präsident**

Im Auftrag

Agurks

06.05.99 Bg/Hx

5

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

10 Verfahren und Vorrichtung zur Steuerung einer Brennkraftmaschine mit einem Abgasnachbehandlungssystem

Stand der Technik

15 Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Steuerung einer Brennkraftmaschine mit einem Abgasnachbehandlungssystem.

20 Aus der nicht vorveröffentlichten DE 199 06 287 sind ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Steuerung einer Brennkraftmaschine mit einem Abgasnachbehandlungssystem bekannt. Bei dem dort beschriebenen System wird ein Partikelfilter eingesetzt, der im Abgas enthaltene Partikel ausfiltert. Zur genauen Steuerung einer Brennkraftmaschine mit einem Abgasnachbehandlungssystem muß der Zustand des Abgasnachbehandlungssystems bekannt sein. Insbesondere muß der Beladungszustand des Filters, d.h. die Menge an ausgefilterten Partikeln bekannt sein.

30 Aufgabe der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde bei einem Verfahren und einer Vorrichtung zur Steuerung einer Brennkraftmaschine mit einem Abgasnachbehandlungssystem ein Verfahren und eine Vorrichtung bereitzustellen, mit der der Zustand des Abgas-

nachbehandlungssystems ermittelt werden kann. Insbesondere soll der Beladungszustand auch bei Ausfall verschiedener Sensoren bzw. ohne Verwendung spezieller Sensoren bestimmt werden.

5

Diese Aufgabe wird durch die in den unabhängigen Ansprüchen gekennzeichneten Merkmale gelöst.

#### Vorteile der Erfindung

10

Mit der erfindungsgemäßen Vorgehensweise ist eine einfache Ermittlung des Zustandes des Abgasnachbehandlungssystems möglich. Dadurch, daß die Größe, die den Zustand des Abgasnachbehandlungssystems charakterisiert ausgehend von wenigstens einer Betriebskenngröße der Brennkraftmaschine simuliert wird, werden keine zusätzlichen Sensoren benötigt. Bei der Verwendung von zusätzlichen Sensoren können diese überwacht und ein Notfahrbetrieb durchgeführt werden. Besonders vorteilhaft ist es, daß lediglich Größen zur Simulation verwendet werden, die bereits zur Steuerung der Brennkraftmaschine verwendet werden.

20

Weitere besonders vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

#### Zeichnung

Die Erfindung wird nachstehend anhand der in der Zeichnung dargestellten Ausführungsformen erläutert. Es zeigen Figur 1 ein Blockdiagramm der erfindungsgemäßen Vorrichtung, Figur 2 eine detaillierte Darstellung der Simulation, Figur 3 eine Kennlinie und Figur 4 eine weitere Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung.

35

#### Beschreibung von Ausführungsbeispielen

5

Im folgenden wird die erfindungsgemäße Vorrichtung am Beispiel einer selbstzündenden Brennkraftmaschine dargestellt, bei der die Kraftstoffzumessung mittels eines sogenannten Common-Rail-Systems gesteuert wird. Die erfindungsgemäße Vorgehensweise ist aber nicht auf diese Systeme beschränkt. Sie kann auch bei anderen Brennkraftmaschinen eingesetzt werden.

10

15

20

Mit 100 ist eine Brennkraftmaschine bezeichnet, die über eine Ansaugleitung 102 Frischluft zugeführt bekommt und über eine Abgasleitung 104 Abgase abgibt. In der Abgasleitung 104 ist ein Abgasnachbehandlungsmittel 110 angeordnet, von dem die gereinigten Abgase über die Leitung 106 in die Umgebung gelangen. Das Abgasnachbehandlungsmittel 110 umfaßt im wesentlichen einen sogenannten Vorkatalysator 112 und stromabwärts einen Filter 114. Vorzugsweise zwischen dem Vorkatalysator 112 und dem Filter 114 ist ein Temperatursensor 124 angeordnet, der ein Temperatursignal T bereitstellt. Vor dem Vorkatalysator 112 und nach dem Filter 114 sind jeweils Sensoren 120a und 120b vorgesehen. Diese Sensoren wirken als Differenzdrucksensor 120 und stellen ein Differenzdrucksignal DP bereit, daß den Differenzdruck zwischen Eingang und Ausgang des Abgasnachbehandlungsmittel charakterisiert.

30

Der Brennkraftmaschine 100 wird über eine Kraftstoffzumeßeinheit 140 Kraftstoff zugemessen. Diese mißt über Injektoren 141, 142, 143 und 144 den einzelnen Zylindern der Brennkraftmaschine 100 Kraftstoff zu. Vorzugsweise handelt es sich bei der Kraftstoffzumeßeinheit um ein sogenanntes Common-Rail-System. Eine Hochdruckpumpe Kraftstoff fördert Kraftstoff in einen Druckspeicher. Vom Speicher gelangt der Kraftstoff über die Injektoren in die Brennkraftmaschine.

An der Kraftstoffzumeßeinheit 140 sind verschiedene Sensoren 151 angeordnet, die Signale bereitstellen, die den Zustand der Kraftstoffzumeßeinheit charakterisieren. Hierbei handelt es sich bei einem Common-Rail-System beispielsweise um den Druck P im Druckspeicher. An der Brennkraftmaschine 100 sind Sensoren 152 angeordnet, die den Zustand der Brennkraftmaschine charakterisieren. Hierbei handelt es sich vorzugsweise um einen Drehzahlsensor, der ein Drehzahlssignal N bereitstellt und um weitere Sensoren, die nicht dargestellt sind.

Die Ausgangssignale dieser Sensoren gelangen zu einer Steuerung 130, die als einer ersten Teilsteuerung 132 und einer zweiten Teilsteuerung 134 dargestellt ist. Vorzugsweise bilden die beiden Teilsteuerungen eine bauliche Einheit. Die erste Teilsteuerung 132 steuert vorzugsweise die Kraftstoffzumeßeinheit 140 mit Ansteuersignalen AD, die die Kraftstoffzumessung beeinflussen, an. Hierzu beinhaltet die erste Teilsteuerung 132 eine Kraftstoffmengensteuerung 136. Diese liefert ein Signal ME, daß die einzuspritzende Menge charakterisiert, an die zweite Teilsteuerung 134.

Die zweite Teilsteuerung 134 steuert vorzugsweise das Abgasnachbehandlungssystem und erfaßt hierzu die entsprechenden Sensorsignale. Des Weiteren tauscht die zweite Teilsteuerung 134 Signale, insbesondere über die eingespritzte Kraftstoffmenge ME, mit der ersten Teilsteuerung 132 aus. Vorzugsweise nutzen die beiden Steuerungen gegenseitig die Sensorsignale und die internen Signale.

Die erste Teilsteuerung, die auch als Motorsteuerung 132 bezeichnet wird, steuert abhängig von verschiedenen Signalen, die den Betriebszustand der Brennkraftmaschine 100, den Zustand der Kraftstoffzumeßeinheit 140 und die Umgebungsbedingung charakterisieren sowie einem Signal, das die von der Brennkraftmaschine gewünschte Leistung und/oder Drehmoment

charakterisiert, das Ansteuersignal AD zur Ansteuerung der Kraftstoffzumeßeinheit 140. Solche Einrichtungen sind bekannt und vielfältig eingesetzt.

5       Insbesondere bei Dieselbrennkraftmaschinen können Partikelemissionen im Abgas auftreten. Hierzu ist es vorgesehen, daß die Abgasnachbehandlungsmittel 110 diese aus dem Abgas herausfiltern. Durch diesen Filtervorgang sammeln sich in dem Filter 114 Partikel an. Diese Partikel werden dann in bestimmten Betriebszuständen und/oder nach Ablauf bestimmter Zeiten verbrannt, um den Filter zu reinigen. Hierzu ist üblicherweise vorgesehen, daß zur Regeneration des Filters 114 die Temperatur im Abgasnachbehandlungsmittel 110 soweit erhöht wird, daß die Partikel verbrennen.

15      Zur Temperaturerhöhung ist der Vorkatalysator 112 vorgesehen. Die Temperaturerhöhung erfolgt beispielsweise dadurch, daß der Anteil an unverbrannten Kohlenwasserstoffen im Abgas erhöht wird. Diese unverbrannten Kohlenwasserstoffe reagieren dann in dem Vorkatalysator 112 und erhöhen dadurch dessen Temperatur und damit auch die Temperatur des Abgases, das in den Filter 114 gelangt.

20      Diese Temperaturerhöhung des Vorkatalysators und der Abgasstemperatur erfordert einen erhöhten Kraftstoffverbrauch und soll daher nur dann durchgeführt werden, wenn dies erforderlich ist, d.h. der Filter 114 mit einem gewissen Anteil von Partikeln beladen ist. Eine Möglichkeit den Beladungszustand zu erkennen besteht darin, den Differenzdruck DP zwischen Eingang und Ausgang des Abgasnachbehandlungsmittel zu erfassen und ausgehend von diesem den Beladungszustand zu ermitteln. Dies erfordert einen Differenzdrucksensor 120.

30      Erfnungsgemäß ist vorgesehen, daß ausgehend von verschiedenen Größen, insbesondere der Drehzahl N und der einge-

spritzten Kraftstoffmenge ME die erwartete Partikelemissionen bestimmt und dadurch der Beladungszustand simuliert wird. Wird ein entsprechender Beladungszustand erreicht, wird durch Ansteuerung der Kraftstoffzumeßeinheit 140 die  
5 Regeneration des Filters 114 durchgeführt. Anstelle der Drehzahl N und der eingespritzten Kraftstoffmenge ME können auch andere Signale, die diese Größe charakterisieren verwendet werden. So kann beispielsweise das Ansteuersignal, insbesondere die Ansteuerdauer, für die Injektoren und/oder  
10 eine Momentengröße als Kraftstoffmenge ME verwendet werden.

Bei einer erfindungsgemäßen Ausgestaltung wird neben der eingespritzten Kraftstoffmenge ME und der Drehzahl N auch die Temperatur T im Abgasnachbehandlungssystem zur Berechnung des Beladungszustandes verwendet. Hierzu wird vorzugsweise der Sensor 124 eingesetzt. Die so berechnete Größe für den Beladungszustand wird dann zur Steuerung des Abgasnachbehandlungssystems verwendet, d.h. abhängig von dem Beladungszustand wird dann die Regeneration über die Temperaturerhöhung eingeleitet.  
20

Besonders vorteilhaft ist es, wenn neben der Berechnung auch eine Messung des Beladungszustands über den Differenzdrucksensor 120 erfolgt. In diesem Fall ist eine Fehlerüberwachung des Systems möglich. Dies heißt die simulierte Größe B und die gemessen Größe BI des Beladungszustandes werden zur Erkennung von Fehlern im Abgasnachbehandlungssystem verwendet. Bei einem erkannten Fehler des Differenzdrucksensors 120 kann dann ein Notlaufbetrieb zur Steuerung des Abgasnachbehandlungssystems mittels der simulierten Größe, die  
30 den Beladungszustand charakterisiert, durchgeführt werden.

Ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Ermittlung des Beladungszustandes bzw. der Größe B, die den Zustand des Abgasnachbehandlungssystems charakterisiert, ist in der Figur 2  
35

als Blockdiagramm dargestellt. Bereits in Figur 1 beschriebene Elemente sind mit entsprechenden Bezugszeichen bezeichnet.

- 5 Einem Grundkennfeld 200 werden die Ausgangssignale N eines Drehzahlsensors 152 und eine Größe ME der Kraftstoffzumeßsteuerung 136, die die eingespritzte Kraftstoffmenge kennzeichnet, zugeleitet. Das Grundkennfeld 200 beaufschlagt einen ersten Verknüpfungspunkt 205 mit einer Größe GR, die den Grundwert des Partikelausstoßes charakterisiert. Der erste Verknüpfungspunkt 205 beaufschlagt einen zweiten Verknüpfungspunkt 210 mit einem Signal, das wiederum einen Integrator 220 mit einer Größe KR, die den Partikelzuwachs im Filter 114 charakterisieren, beaufschlagt. Der Integrator 220 liefert eine Größe B, die den Zustand des Abgasnachbehandlungssystems charakterisiert. Diese Größe B entspricht dem Beladungszustand des Filters 114. Diese Größe B wird der Steuerung 130 zur Verfügung gestellt.
- 10
- 15 Am zweiten Eingang des Verknüpfungspunktes 205 liegt das Ausgangssignal einer ersten Korrektur 230, der das Ausgangssignal verschiedener Sensoren 235 zugeleitet wird. Die Sensoren 235 liefern Signale, die insbesondere die Umgebungsbedingung charakterisieren. Dies sind z.B. die Kühlwassertemperatur TW, die Lufttemperatur und der Luftdruck PL. Dem zweiten Eingang des Verknüpfungspunktes 210 wird über ein Schaltmittel 245 das Ausgangssignal einer zweiten Korrektur 240 zugeleitet. Der zweiten Korrektur 240 wird das Ausgangssignal T des Sensors 124 zugeleitet. Alternativ kann über das Schaltbild 245 dem zweiten Eingang des zweiten Verknüpfungspunktes 210 auch das Ausgangssignal einer Ersatzwertvorgabe 249 zugeleitet werden. Das Schaltmittel 245 wird von einer Fehlererkennung 248 angesteuert.
- 20
- 30

In dem Grundkennfeld 200 sind abhängig vom Betriebszustand der Brennkraftmaschine, insbesondere der Drehzahl N und der eingespritzte Menge ME, der Grundwert GR der Partikelemission abgelegt. Neben der Drehzahl N und der eingespritzten Menge ME können noch weitere Größen berücksichtigt werden.  
5 Anstelle der Menge ME kann auch eine Größe verwendet werden, die die Menge an eingespritztem Kraftstoff charakterisiert.

In dem ersten Verknüpfungspunkt 205 wird dieser Wert abhängig von der Temperatur des Kühlwassers und der Umgebungsluft sowie dem Atmosphärendruck korrigiert. Diese Korrektur berücksichtigt deren Einfluß auf den Partikelausstoß der Brennkraftmaschine 100.  
10

15 In dem zweiten Verknüpfungspunkt 210 wird der Einfluß der Temperatur des Katalysators berücksichtigt. Die Korrektur berücksichtigt, daß ab einer bestimmten Temperatur T1 die Partikel in dem Filter nicht abgelagert, sondern unmittelbar in unschädliche Bestandteile umgesetzt werden. Unterhalb dieser Temperatur T1 erfolgt keine Umsetzung und die Partikel werden alle im Filter abgelagert.  
20

Die zweite Korrektur 240 gibt abhängig von der Temperatur T des Abgasnachbehandlungsmittels 110 einen Faktor F vor, mit dem die Grundemission GR vorzugsweise multipliziert wird.  
25

Der Zusammenhang zwischen dem Faktor F und der Temperatur T ist in Figur 3 dargestellt. Bis zu der Temperatur T1 nimmt der Faktor F den Wert 1 an. Dies bedeutet unterhalb der Temperatur T1 wird in dem Verknüpfungspunkt 210 der Grundwert GR derart mit dem Faktor F verknüpft, daß der Wert KR gleich dem Wert GR ist. Ab der Temperatur T1 nimmt der Faktor F ab und erreicht bei einer bestimmten Temperatur T2 den Wert Null, d.h. die gesamte Emission an Partikeln wird unmittelbar in unschädliche Bestandteile umgesetzt, d.h. dem Filter  
35

5

114 werden keine Partikel mehr zugeführt. Übersteigt die Temperatur den Wert T3, so nimmt der Faktor den negativen Wert  $-x$  an. Dies bedeutet, obwohl dem Filter 114 Partikel zugeführt werden, verringert sich die Beladung des Filters 114.

10

Wird von der Fehlererkennung 248 ein defektes Temperatursensor T24 erkannt, so wird anstelle des Temperaturwerts T ein Ersatzwert der Ersatzwertvorgabe 249 verwendet. Vorzugsweise wird dieser Ersatzwert ebenfalls abhängig von verschiedenen Betriebskenngrößen, wie beispielsweise der eingespritzten Kraftstoffmenge ME vorgegeben.

20

Dieser so korrigierte Wert KR, der den Partikelwert charakterisiert, der zur Beladung des Filters 114 führt, wird dem Integrator 220 zugeleitet. Dieser Integrator 220 summiert die Größe über der Zeit auf und gibt ein Signal B ab, daß den Beladungszustand des Filters 114 charakterisiert. Das korrigierte Ausgangssignal des Grundkennfeldes wird zur Ermittlung des Beladungszustandes B des Filter 114 aufintegriert.

Üblicherweise wird das Signal B, daß den Beladungszustand des Filters 114 charakterisiert, unmittelbar zur Steuerung des Abgasnachbehandlungssystems verwendet. Durch die Verwendung einer simulierten Größe können verschiedene Sensoren, insbesondere der Differenzdrucksensor 120 eingespart werden.

30

Erfindungsgemäß wird der Beladungszustand ausgehend von wenigstens der Drehzahl und/oder der einzuspritzenden Kraftstoffmenge, bzw. entsprechender Signale, aus einem Kennfeld ausgelesen. Dieser so ermittelte Grundwert wird anschließend korrigiert. Insbesondere ist ein Korrektur abhängig von der Temperatur des Abgasnachbehandlungsmittels, insbesondere des

Partikelfilters, vorgesehen. Diese Korrektur berücksichtigt die temperaturabhängige ständige Regeneration des Filters. Eine weitere besonders vorteilhafte Ausgestaltung ist in Figur 4 dargestellt. Die in Figur 2 dargestellte Simulation zur Berechnung des Beladungszustandes B ist mit 400 bezeichnet. Diese Simulation 400 liefert ein Signal B bezüglich des Beladungszustandes des Filters 114. Des Weiteren ist eine Berechnung 420 vorgesehen, der das Ausgangssignal DP des Differenzdrucksensors 120 zugeleitet wird. Sowohl die Simulation 400 als auch die Berechnung 420 liefern Signale an ein Schaltmittel 410, daß wahlweise eines der Signale auswählt und der Steuerung 130 bereitstellt. Das Schaltmittel 410 wird von einer Fehlererkennung 415 angesteuert.

Ausgehend von dem Differenzdruck DP, der mittels des Differenzdrucksensors 120 gemessen wird, kann der Luftdurchsatz V gemäß der nachfolgenden Formel berechnet werden.

$$V = \frac{MH * R * T}{P + DP}$$

Dabei entspricht die Größe MH der mittels eines Sensors gemessenen Luftmenge, bei der Größe R handelt es sich um eine Konstante. Ausgehend von diesem so berechneten Luftdurchsatz kann dann vorzugsweise mittels eines Kennfeldes der Beladungszustand BI berechnet werden.

Ausgehend von diesem Beladungszustand BI erfolgt im Normalbetrieb die Steuerung des Abgasnachbehandlungssystems. Bei einem Fehler des Abgasnachbehandlungssystems, insbesondere im Bereich der Ermittlung oder der Erfassung des Differenzdruckes DP, steuert die Fehlererkennung 415 das Schaltmittel 410 derart an, daß das Signal B der Simulation 400 zur Steuerung der Abgasnachbehandlung verwendet wird.

Im Notlauf wird die Größe (B) zur Steuerung des Abgasnachbehandlungssystems verwendet wird. Die Steuerung erfolgt abhängig von der Größe (B), die den Beladungszustand charakterisiert und/oder weiteren Signalen. Mittels der simulierten Größe kann ein sehr genauer Notlaufbetrieb realisiert werden. Besonders vorteilhaft ist, daß bei der Verwendung nur im Notlaufbetrieb eine einfache Simulation mit nur wenigen Signalen zum Einsatz gelangt.

5

Besonders vorteilhaft ist es, wenn die berechnete Größe (BI) und die simulierte Größe (B) des Beladungszustandes auf Plausibilität geprüft werden, und daß bei einer Unplausibilität ein Fehler des Abgasnachbehandlungssystems erkannt wird. Eine Unplausibilität wird beispielsweise erkannt, wenn die Differenz der beiden Größen größer als ein Schwellenwert ist. Dies bedeute, daß die Größe (B) des Beladungszustandes zur Erkennung des Fehlers verwendet wird. Durch diese Maßnahme ist eine einfache und genaue Fehlererkennung möglich.

10

15

06.05.99 Bg/Hx

5

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

10

Ansprüche

1. Verfahren zur Steuerung einer Brennkraftmaschine mit einem Abgasnachbehandlungssystem, dadurch gekennzeichnet, daß eine den Zustand des Abgasnachbehandlungssystems charakterisierende Größe (B) ausgehend von wenigstens einer Betriebskenngröße der Brennkraftmaschine simuliert wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Größe (B) ausgehend von wenigstens der Drehzahl (N) und/oder einem die eingespritzte Kraftstoffmenge charakterisierenden Signal (ME) simuliert wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zusätzlich die Temperatur (T) im Abgasnachbehandlungssystem zur Simulation der Größe (B) verwendet wird.
4. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Größe (B) im Normalbetrieb zur Steuerung des Abgasnachbehandlungssystems verwendet wird.
5. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Größe (B) zur Erkennung eines Fehlers verwendet wird.

30

6. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Größe (B) im Notlauf zur Steuerung des Abgasnachbehandlungssystems verwendet wird.

- 5        7. Vorrichtung zur Steuerung einer Brennkraftmaschine mit einem Abgasnachbehandlungssystem, dadurch gekennzeichnet, daß Mittel vorgesehen sind, die eine den Zustand des Abgasnachbehandlungssystems charakterisierende Größe (B) ausgehend von wenigstens einer Betriebskenngröße der Brennkraftmaschine bestimmen.
- 10

06.05.99 Bg/Hx

5

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

10 Verfahren und Vorrichtung zur Steuerung einer Brennkraftmaschine mit einem Abgasnachbehandlungssystem

Zusammenfassung

15

Es werden ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Steuerung einer Brennkraftmaschine mit einem Abgasnachbehandlungssystem beschrieben. Eine den Zustand des Abgasnachbehandlungssystems charakterisierende Größe (B) wird ausgehend von wenigstens einer Betriebskenngröße der Brennkraftmaschine bestimmt.

(Figur 1)

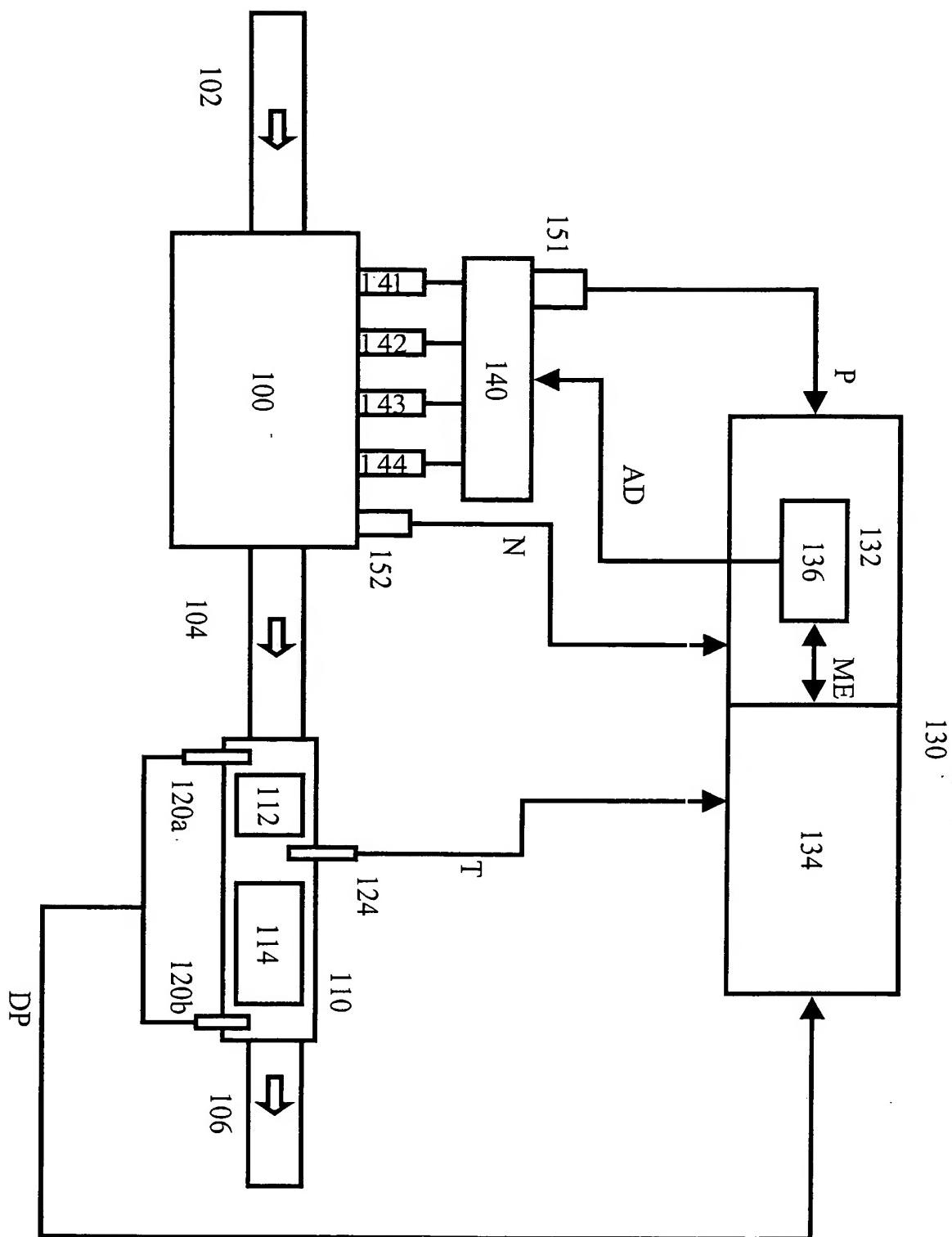


Fig. 1

130

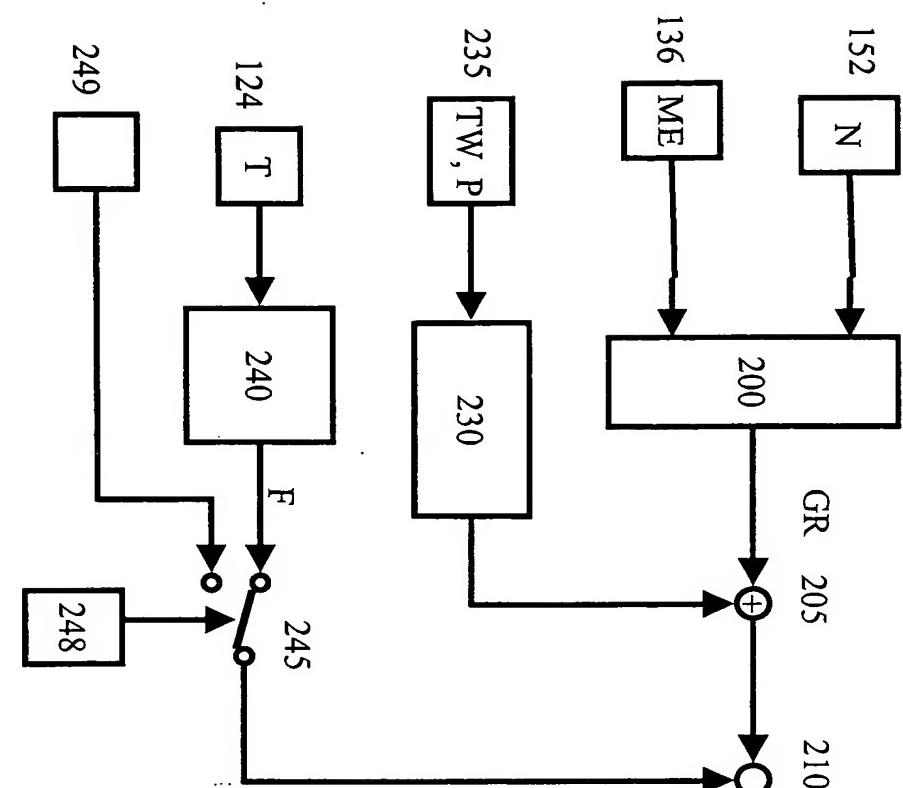


Fig.2

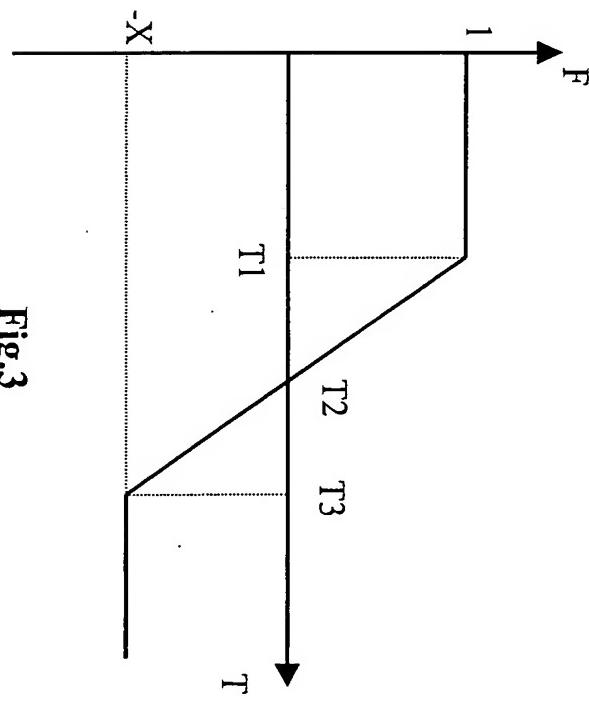


Fig.3

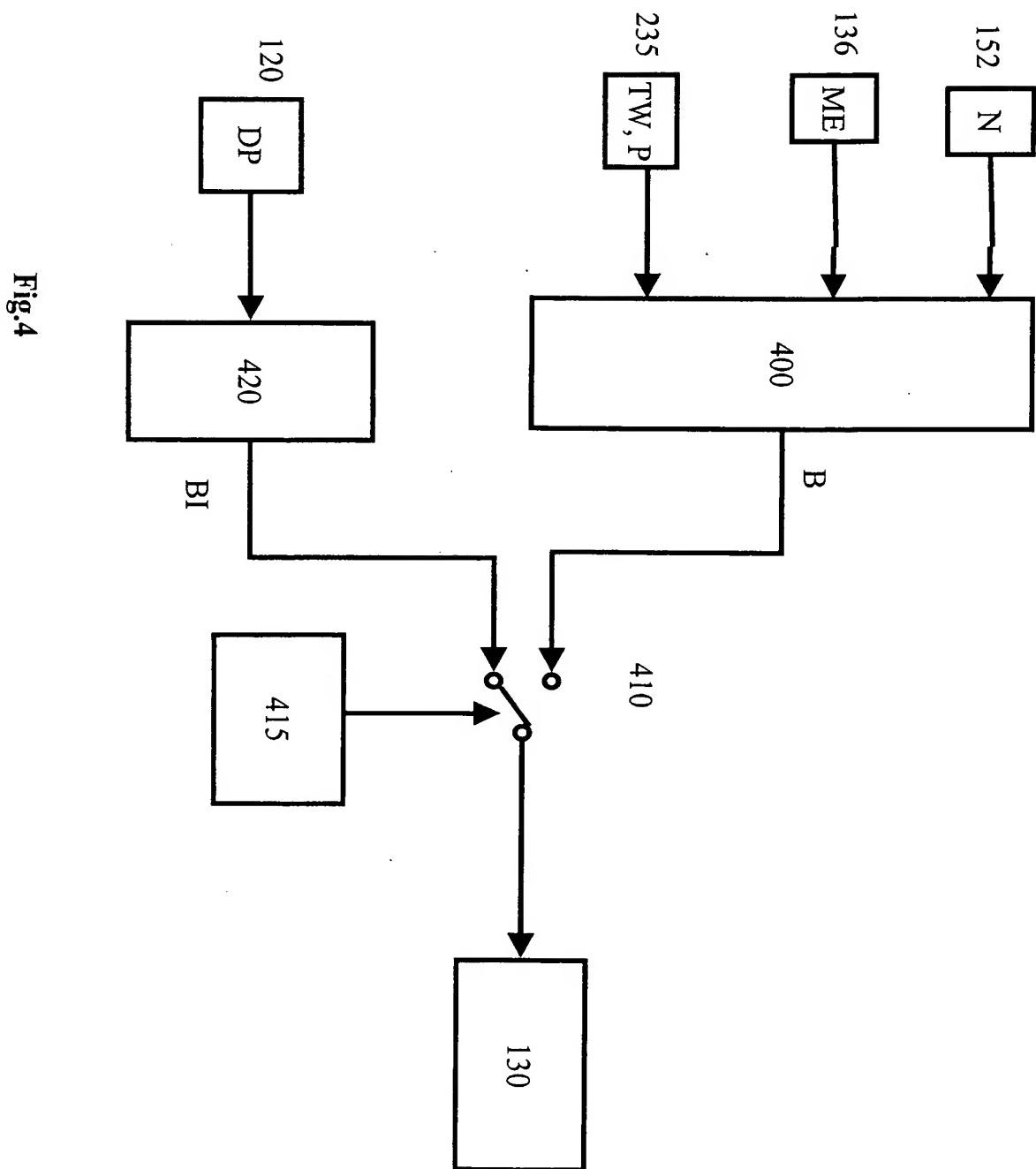


Fig.4